

PUBLICATION NUMBER : 08283922  
PUBLICATION DATE : 29-10-96



APPLICATION DATE : 14-04-95  
APPLICATION NUMBER : 07113875

APPLICANT : SKY ALUM CO LTD;

INVENTOR : MURAMATSU TOSHIKI;

INT.CL. : C22F 1/04 C22C 21/00

TITLE : PRODUCTION OF FIN MATERIAL MADE OF ALUMINUM ALLOY FOR HEAT EXCHANGER, HAVING HIGH STRENGTH AND HIGH HEAT RESISTANCE

ABSTRACT : PURPOSE: To produce a fin material as a fin material for heat exchanger, to be used after being subjected to vacuum brazing, having high fin strength at the time of heat exchanger assembly before brazing, minimal in buckling deformation due to high temp. at the time of brazing, and capable of thinning.

CONSTITUTION: An Al alloy, having a composition which contains 1.0-2.0% Mn, 0.2-0.8% Si, 0.05-0.20% Cu, and 0.2-0.5% Zn and in which Fe is limited to  $\leq 0.3\%$ , is used. Homogenizing treatment is applied to an ingot of the Al alloy at 400-550°C for 1-30hr, and also the starting temp. and finishing temp. of hot rolling are regulated to 400-550°C and  $\leq 300^\circ\text{C}$ , respectively. After hot rolling, cold rolling is done at  $\geq 50\%$ . Then, process annealing is applied to the material at 100-300°C so that complete recrystallization of the material is not brought about, and further, final cold rolling is done at 5-50% rolling rate. By this method, the fin material, having 0.03-0.10mm sheet thickness and  $\geq 200\text{N/mm}^2$  tensile strength, can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



INDEXE

Bh 3386, 507

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-283922

(43)公開日 平成8年(1996)10月29日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

C 2 2 F 1/04

C 2 2 F 1/04

B

C 2 2 C 21/00

C 2 2 C 21/00

J

審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平7-113875

(71)出願人 000107538

スカイアルミニウム株式会社

東京都中央区日本橋室町4丁目3番18号

(22)出願日

平成7年(1995)4月14日

(72)発明者 村松 俊樹

東京都中央区日本橋室町4丁目3番18号

スカイアルミニウム株式会社内

(74)代理人 弁理士 豊田 武久

(54)【発明の名称】 熱交換器用アルミニウム合金製高強度高耐熱性フィン材の製造方法

(57)【要約】

【目的】 真空ろう付けを施して使用される熱交換器用フィン材として、ろう付け前の熱交換器組立時におけるフィン強度が高くしかもろう付け時の高温による座屈変形も少ない、薄肉化可能なフィン材を提供する。

【構成】 Mn 1.0～2.0%、Si 0.2～0.8%、Cu 0.05～0.20%、Zn 0.2%以上0.5%未満を含み、Feが0.3%以下に規制されたAl合金の鋳塊に、400～550℃×1～30時間の均質化処理を施し、熱間圧延の開始温度を400～550℃、終了温度を300℃以下とし、熱間圧延後に50%以上の冷間圧延を施してから、材料を完全再結晶させないように100～300℃未満の温度域で中間焼鈍を施し、さらに5～50%の圧延率で最終冷間圧延を行ない、板厚が0.03～0.10mmで引張強さ200N/mm<sup>2</sup>以上のフィン材を得る。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Mn 1.0～2.0%（重量%、以下同じ）、Si 0.2～0.8%、Cu 0.05～0.20%、Zn 0.2%以上0.5%未満を含有し、しかもFeが0.3%以下に規制され、残部がAlおよび不可避免の不純物よりなる合金の鋳塊に対して400～550℃で1～30時間均質化処理を施し、さらに熱間圧延を施すにあたって、熱間圧延開始温度を400～550℃とするとともに熱間圧延終了温度を300℃以下とし、熱間圧延終了後50%以上の圧延率で冷間圧延を施してから、100℃以上300℃未満の温度域で中間焼鈍を施し、さらに5～50%の圧延率で冷間圧延を行なって、板厚が0.03～0.10mmの範囲内であつ引張強さが200N/mm<sup>2</sup>以上のフィン材を得ることを特徴とする、熱交換器用アルミニウム合金製高強度高耐熱性フィン材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明はベア材（裸材）あるいはブレイジングシートの芯材の形態で自動車用クーラのコンデンサやエバポレータ等の各種の熱交換器のフィンとして、真空ろう付けして用いられるアルミニウム合金フィン材に関するものであり、特に板厚を薄肉化した場合における熱交換器組立時のフィンの変形、座屈を防ぐために真空ろう付け前の強度（元板強度）を高め、しかも真空ろう付け時の高温による耐座屈性を高めた熱交換器用フィン材の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に自動車のラジエータ、インタークーラ、エバポレータ、コンデンサ、オイルクーラ等の熱交換器としては、従来からAl合金製の熱交換器が広く使用されている。このようなAl合金製の熱交換器においては、水等の温度媒体（作動流体）が流通するチューブもしくはコアプレートあるいはパイプにアルミニウム合金からなるフィン材をろう付けして組立てるのが通常であり、この場合のフィン材としては、ブレイジングシート、すなわちアルミニウム合金芯材の片面もしくは両面にアルミニウム合金ろう材からなる皮材を予め被着させた合せ板として用いたり、あるいは裸のままのベア材として用いることが行なわれている。

【0003】 ところで各熱交換器のうちでも、一般に真空ろう付け法によりろう付けされる積層型エバポレータでは、3003合金からなる芯材にろう材として4004合金あるいは4104合金をクラッドしたブレイジングシートがコアプレートとして使用されており、またこのコアプレートに真空ろう付けするフィン材としては、Al-Mn-Zn-In系合金あるいはAl-Mn-Zn-Sn系合金を使用するのが一般的である。なおこれらのフィン材用合金において、InやSnは、温度媒体通路（冷媒通路）を構成しているコアプレートよりもフ

2

インの電位を卑にして、コアプレートに対する犠牲陽極効果を作作用させるために添加されており、またZnも犠牲陽極効果のために多量に添加されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 前述のような真空ろう付けされる積層型エバポレータに從來使用されているAl-Mn-Zn-In系合金やAl-Mn-Zn-Sn系合金からなるフィン材は、SnやInを添加するため製造コストが高くならざるを得ない問題がある。またこの種のフィン材ではZnが多量に含有されるが、Znが多量に添加されれば、真空ろう付け時におけるZnの蒸発量が多くなつてろう付け炉内が汚染され、そのためろう付け炉のクリーニング回数を多くする必要があり、ランニングコストの増大を招く問題がある。さらにこの種のフィン材に添加されているInやSnは、一般的な用途のアルミニウム合金ではほとんど添加されることのない元素であるため、この種のフィン材のスクラップや製造工程中の屑などを返り材として再使用するにあたっては、他の一般的な用途に使用することはできず、またそのためこの種のフィン材の返り材が一般的なアルミニウム合金の返り材と混合されることを避けなければならないなど、厳密な返り材管理が必要となる問題もある。

【0005】 ところで近年、積層型エバポレータのコアプレートとしては、3003合金よりも耐食性の優れたAl-Mn-Cu系合金やAl-Mn-Cu-Ti系合金が使用されることが多くなっている。これらの系のコアプレート用合金の場合、Cuが0.2～0.8%程度添加されるため、コアプレートそのものの電位が3003合金よりもさらに貴となるから、コアプレートにろう付けされるフィン材として、In、Snや多量のZnを添加したものを用いなくても、フィン材の電位をコアプレートよりも十分に卑に保って、コアプレートに対するフィン材による犠牲陽極効果を十分に発揮することが可能となり、そこでこれらの系の合金をコアプレートに用いた場合には、フィン材としてSnやInを含有せずまた多量のZnを含有しない3003合金を使用することが可能となっている。

【0006】 しかしながら従来の3003合金では、フィン材として使用した場合、最近のフィン材薄肉化の要求に応えられないという問題がある。すなわち従来一般の自動車用熱交換器フィン材では、例えばブレイジングシート芯材の場合板厚が0.16mm程度が一般的であったが、最近の自動車用熱交換器においては、軽量、小型化が強く要求されており、そこで熱交換器用フィン材についても従来よりもさらに薄肉化すること、具体的には0.03～0.1mm程度まで薄肉化することが望まれている。そのためフィン材成形時における変形、座屈の発生を防止するべく、ろう付け前の元板強度について従来よりも一層の高強度化を図ることが要求され、また高温のろう付け時の座屈変形を防止するべく耐熱性（耐

3

高温座屈性)を向上させることが望まれているが、従来の3003合金では、0.03~0.1mm程度まで薄肉化した場合、高強度化を図ろうとすれば耐高温座屈性が低下し、そのため熱交換器組立時におけるフィン材の変形、座屈の発生防止とろう付け時の高温による座屈の発生防止とを同時に図ることは困難であり、結局0.03~0.1mm程度までフィン材の薄肉化を図ることは、実際上困難であった。

【0007】この発明は以上の事情を背景としてなされたもので、Al-Mn-Cu系合金やAl-Mn-Cu-Ti系合金を芯材とするブレージングシートからなるコアプレート等の温度媒体通路を用いた積層型エバポレータやラジエータ、あるいはAl-Cu系合金押し多穴管を温度媒体通路に用いた熱交換器向けの真空ろう付け用フィン材として、ろう付け前の熱交換器組立時におけるフィン材強度(元板強度)が高く、しかも耐高温座屈性が優れていてろう付け時の高温による座屈変形も少なく、さらには製造コストも低廉でかつ返り材の管理・処理も容易なアルミニウム合金製フィン材を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】前述のような課題を解決するため、本願発明者等が種々実験・検討を重ねた結果、Al-Mn-Si系合金をベースとしてフィン材の合金成分を適切に調整すると同時に、フィン材製造プロセスを適切に選択しかつ各工程の条件を適切に定めることによって、ろう付け前の強度が高くしかもろう付時の高温による座屈変形も少なく、さらには製造コストも低廉でかつ返り材の管理・処理も容易で、しかもフィン材として十分な犠牲陽極効果を有して熱交換器に十分な耐食性を与えることのできるフィン材が得られることを見出し、この発明をなすに至った。

【0009】具体的には、この発明の熱交換器用アルミニウム合金製高強度高耐熱性フィン材の製造方法は、Mn 1.0~2.0%、Si 0.2~0.8%、Cu 0.05~0.20%、Zn 0.2%以上0.5%未満を含有し、しかもFeが0.3%以下に規制され、残部がAlおよび不可避的不純物よりなる合金の鋳塊に対して400~550℃で1~30時間均質化処理を施し、さらに熱間圧延を施すにあたって、熱間圧延開始温度を400~550℃とするとともに熱間圧延終了温度を300℃以下とし、熱間圧延終了後50%以上の圧延率で冷間圧延を施してから、100℃以上300℃未満の温度域で中間焼鈍を施し、さらに5~50%の圧延率で冷間圧延を行なって、板厚が0.03~0.10mmの範囲内でかつ引張強さが200N/mm<sup>2</sup>以上のフィン材を得ることを特徴とするものである。

【0010】

【作用】先ずこの発明における合金の成分組成の限定理由について説明する。

4

【0011】Mn:Mnはこの発明で用いるフィン材合金の基本的な合金成分であり、Al-Mn-Si系の微細な金属間化合物析出物を生成して、元板(ろう付け前の板)の強度およびろう付け後の強度を向上させ、また成形性も向上させるに有効である。またAl-Mn-Si系の微細な金属間化合物は、ろう付け時の再結晶粒を粗大化させることを通じて、耐高温座屈性の向上にも寄与する。Mn量が1.0%未満ではこれらの効果が充分ではなく、一方2.0%を越えれば製造時に粗大な金属間化合物が生成されて、圧延性が劣化し、板材の製造が困難となる。したがってMn量は1.0~2.0%の範囲内とした。

【0012】Si:Siもこの発明に用いるフィン材合金の基本的な合金成分であり、Al-Mn-Si系の微細な金属間化合物析出物を生成して、元板強度およびろう付け後の強度を向上させるとともに、前述のようにろう付け時の再結晶粒の粗大化を通じて耐高温座屈性を向上させるために有効な元素である。またSiは、Mnの固溶量を減少させて熱伝導性を向上させ、さらに電位を卑にしてフィン材による犠牲陽極効果を高めるために有効である。Si量が0.2%未満ではこれらの効果が充分に得られず、一方0.8%を越えれば、ろう付け時においてろう材成分、特にSiのフィン材中への侵入(一般にはこれをエロージョンと称す)によるフィンの溶損や耐食性低下が発生してしまうおそれがある。したがってSi量は0.2~0.8%の範囲内とした。

【0013】Cu:Cuは元板強度およびろう付け後の強度を向上させるに有効な元素である。Cu量が0.05%未満ではこれらの効果が少なく、一方0.2%を越えて添加されればフィン材の電位が貴になってフィン材による犠牲陽極効果が低下する。したがってCu量は0.05~0.2%の範囲内とした。

【0014】Zn:Znはフィン材の電位を卑にして、犠牲陽極効果を高めるために有効な元素である。またZnは、真空ろう付け中にフィン材中から一部蒸発して真空ろう付け炉を汚染させる原因となることがあるが、ろう材としてAl-Si-Mg系合金を用いている場合、Al-Si-Mg系ろう材から蒸発するMgとフィン材から蒸発するZnが反応してMg-Zn化合物を形成して炉壁に固着する。この場合のMg-Zn化合物からなる固着物は、Mg固着物やZn固着物と比較して容易に除去できるから、真空ろう付け炉の清掃時間が短縮され、ランニングコストが低減される。Zn量が0.2%未満ではこれらの効果が充分に得られず、一方0.5%以上となれば、真空ろう付け炉の汚染が激しくなってしまう。したがってZn量は0.2%以上0.5%未満の範囲内とした。

【0015】Fe:Feは通常のアルミニウム合金においても不可避的不純物元素あるいは積極添加元素として含有される元素であるが、0.3%を越えて含有され

10

20

30

40

50

5

ば、Al-Mn-Fe系の粗大金属間化合物析出物を形成して、ろう付け時の再結晶粒が微細になり過ぎ、耐高温座屈性が著しく低下する。そこでこの発明の場合、Feは不純物として0.3%以下に規制する必要がある。

【0016】以上の各元素のほかはAlおよびFe以外の不可避の不純物とすれば良い。

【0017】次にこの発明における製造プロセスについて説明する。

【0018】一般に熱交換器用フィン材は、溶解鑄造→均質化処理→熱間圧延→冷間圧延→中間焼鈍→最終冷間圧延のプロセスを適用して、H1nの硬質テンパー状態、すなわち加工硬化によって機械的性質を所定の範囲内に調整した状態の製品として製造されるのが通常である。そしてこの場合の中間焼鈍は、一般には320~450℃で0.5~6時間程度の条件（例えば特開平2-129347号参照）を適用するのが通常であり、このような中間焼鈍を適用した場合、材料の再結晶が完全に行なわれて、均一な再結晶組織が得られる。しかしながらこのような従来のH1nテンパー材製造プロセスでは、ろう付け前の元板強度、耐高温座屈性の両者を同時に満たすことは困難であった。そこでこの発明では、合金の成分組成を前述のように調整すると同時に、製造プロセス条件、特に中間焼鈍条件および最終冷間圧延条件を適切に設定することによって、元板強度、耐高温座屈性をともに改善することができたのである。すなわち、中間焼鈍温度を300℃未満として完全な再結晶を起こさないように調整し、さらに圧延率5~50%の適切な最終冷間圧延を施すことによって、元板強度向上および耐高温座屈性向上を図り得たのである。さらに具体的に各プロセスについて説明する。

【0019】まず溶解・鑄造工程は従来の通常の方法に従ってDC鑄造法（半連続鑄造法）を適用すれば良い。

【0020】得られた鋳塊に対しては均質化処理（均熱処理）を施す。この均質化処理は、単に鋳塊の組織の均一化を図るためばかりでなく、Al-Mn系金属間化合物（Al-Mn、Al-Mn-Fe、Al-Mn-Fe-Si、Al-Mn-Si等）を微細に析出させて、ろう付け時における再結晶粒を粗大にし、もって耐高温座屈性を改善するとともに、ろう付け後の強度を高めるために必要な工程であり、耐高温座屈性向上、ろう付け後強度の向上のためには均質化処理を400~550℃の範囲内で1~30時間行なう必要がある。均質化処理の温度が400℃未満では、Al-Mn系金属間化合物の析出が充分に行なわれないため、ろう付け時の再結晶粒が微細になり、耐高温座屈性が著しく低下してしまう。一方550℃を越えれば、析出するAl-Mn系金属間化合物が粗大となつてろう付け後強度が低下し、また同時にろう付け時の再結晶粒が微細になり、耐高温座屈性が低下する。また均質化処理の時間が1時間未満では、Al-Mn系金属間化合物の析出が充分ではないため、

6

耐高温座屈性やろう付け後強度の向上に及ぼす均質化処理の効果が少ない。一方30時間を越えて均質化処理を行なっても、前述のような効果が飽和し、消費エネルギーの点から不経済となるだけである。なおこの均質化処理の後には後述するように熱間圧延を行なうが、必要な熱間圧延開始温度を得るための加熱と兼ねて均質化処理を行ない、均質化処理に引続いて直ちに熱間圧延を行なっても良く、あるいは均質化処理後に一旦冷却し、改めて熱間圧延開始温度に加熱して熱間圧延を行なっても良い。

【0021】均質化処理後の熱間圧延は、良好な熱間圧延性を得ると同時に良好な耐高温座屈性、ろう付け後強度を得るために、その開始温度を400~530℃の範囲内とする必要がある。熱間圧延開始温度が400℃未満では、熱間圧延時の耳割れが激しくなつて圧延が困難となり、一方熱間圧延開始温度が530℃を越えれば、ろう付け後の強度が低下するとともに、ろう付け後の再結晶粒が微細になつて耐高温座屈性が低下する。さらにこの熱間圧延における終了温度は300℃以下とする必要がある。熱間圧延終了温度が300℃を越える場合、熱間圧延後の熱延コイルの冷却中にAl-Mn系析出物が析出して粗大化するため、ろう付け後の強度が低下しかつ耐高温座屈性が低下してしまう。

【0022】熱間圧延後には、中間焼鈍の前に冷間圧延（一次冷間圧延）を行なつて中間板厚とする。この一次冷間圧延は、圧延率を50%以上とする必要がある。この一次冷間圧延率が50%未満では、元板強度が充分に向上せず、また耐高温座屈性が低下する。

【0023】一次冷間圧延後の中間焼鈍は、100℃以上300℃未満の温度域で行なつて、材料を完全再結晶組織とさせない状態で焼鈍する必要がある。300℃以上の高温で焼鈍した場合には、中間焼鈍時に材料が完全再結晶するから、最終冷間圧延板で引張強さ200N/mm<sup>2</sup>以上の強度を得るためには最終冷間圧延率を80%以上とする必要が生じるが、このように最終冷間圧延率を高くすれば耐高温座屈性が低下してしまう。一方中間焼鈍温度が100℃未満では組織的変化がほとんど生じず、耐高温座屈性が向上しない。なお中間焼鈍の保持時間は特に限定しないが、通常は10時間以下0.5時間以上が好ましい。10時間を越えて保持しても徐々に軟化が進行するだけであつて、耐高温座屈性向上に対する著しい寄与はなく、したがって生産コストの上昇を招くだけであるから、10時間以下の保持とすることが好ましい。また中間焼鈍の保持時間が0.5時間未満では冷間圧延性の向上が充分に図れないおそれがある。

【0024】中間焼鈍後には、0.03~0.10mmの最終板厚まで冷間圧延（最終冷間圧延）を行なう。この最終冷間圧延の圧延率は5%以上50%以下とする必要がある。最終冷間圧延率が5%未満では、元板強度として200N/mm<sup>2</sup>以上の値を達成することが困難と

なる。一方最終冷間圧延率が50%を越えれば、ろう付け時の再結晶粒が微細になって耐高温座屈性が低下してしまう。

【0025】なお以上のようなプロセスを経て得られる0.03~0.10mmの板厚のフィン材は、元板強度として200N/mm<sup>2</sup>以上が必要である。元板強度が200N/mm<sup>2</sup>未満では、0.03~0.10mmの薄肉板においてはフィン材成形時における成形不良の発生率が高くなり、また熱交換器の組立時のフィンの座屈が発生しやすくなり、いずれも製品歩留りが低下してしまう。

【0026】以上のようにして得られたフィン材は、そのままベア材として熱交換器に用いても良く、あるいはAl-Si-Mg系等のろう材とクラッドしてブレーシングシートとして用いても良い。

【0027】

【実施例】

実施例1：表1の合金No. 1~No. 9に示す成分組成の各合金について、常法に従って溶解鋳造し、得られた鋳塊に対して均質化処理（均熱処理）を行ない、熱間圧延を施して板厚2.0~2.5mmの熱延板を得た。その後、一次冷間圧延、中間焼鈍および最終冷間圧延を施して、板厚0.070mmのベアフィン材とした。このような工程における均質化処理（均熱処理）の温度、熱間圧延開始温度、熱間圧延終了温度、熱間圧延上り板厚、中間焼鈍時の板厚（一次冷間圧延後の板厚）、中間焼鈍までの一次冷間圧延率、中間焼鈍温度、最終冷間圧延率を表2の製造条件A~Qに示す。なおいずれの場合も均質化処理の加熱保持時間は10時間、中間焼鈍の加熱保持時間は5時間とした。

【0028】各成分組成の合金No. 1~No. 9を用いて、それぞれ製造条件A~Qのいずれかによって製造した各フィン材につき、引張試験を行なって元板強度（引張強さ）を測定した。またろう付け後の強度を調べるため、 $5 \times 10^{-5}$  Torrの真空中で600℃×3分間の真空ろう付けに相当する加熱処理を行ない、引張試験を行なって真空ろう付け後相当の引張強さを測定した。

【0029】さらに熱交換器としての耐食性評価、特に

フィン材による犠牲陽極効果評価のために、各フィン材の孔食電位を調べた。すなわち、一般にフィン材は温度媒体（作動流体）通路用のチューブやコアプレートとろう付けされて、温度媒体通路に対して犠牲陽極効果を作作用させ、チューブやコアプレートを防食しているが、その場合のフィン材の犠牲陽極効果を発揮させるためには、温度媒体通路に対してフィン材の孔食電位が30mV以上卑であることが必要である。そしてこの発明で対象とする熱交換器温度媒体通路材としては、Cuを0.2~0.8%程度含有するAl-Mn-Cu(-Ti)系合金が用いられるが、この合金の孔食電位は-660mV程度であり、この温度媒体通路材に対してフィン材による十分な犠牲陽極効果を発揮させるためには、フィン材の孔食電位が-690mV以上の卑であることが必要となる。そこでこの実施例では、フィン材の孔食電位が-690mV以上の卑であるか否かで熱交換器としての耐食性を評価することができる。なお孔食電位の測定は、2.67%AlCl<sub>3</sub>水溶液中で行なった。

【0030】さらに、ろう付け時における耐高温座屈性を評価するため、フィン材ろう付け時に相当する条件でのサグ量を調べた。すなわち、試料を幅20mm、長さ70mmに切断し、その一端を治具で固定して60mmの長さの水平に突き出し、 $5 \times 10^{-5}$  Torrの真空中で600℃×3分間の加熱を行ない、突き出した先端の垂下量（サグ量）を測定した。

【0031】また、フィン材をコルゲート加工し、芯材としてAl-1%Mn-0.5%Cu-0.10%Ti合金を用いかつろう材として4104合金を用いた厚さ0.6mmのブレーシングシート上に載置して、窒素ガス雰囲気中で600℃×3分間のろう付け加熱を行なった後、ろう付け状況をミクロ観察して真空ろう付け時の熔融ろうによるフィン材へのエロージョン性を調べた。さらにこれらの真空ろう付けサンプルを、720時間のCASS試験に供し、ブレーシングシートとフィンとの接合面の最大腐食ピット深さを測定した。

【0032】以上の各調査結果を表3に示す。

【0033】

【表1】

表 1

合金	合 金 組 成 (wt%)						備 考
No	Mn	Si	Fe	Cu	Zn	Al	
1	1.1	0.2	0.1	0.20	0.4	残	発明用合金
2	1.5	0.4	0.1	0.13	0.4	残	"
3	1.9	0.6	0.1	0.08	0.3	残	"
4	0.8	0.2	0.2	0.15	0.4	残	比較用合金
5	2.2	0.2	0.3	0.15	0.3	残	"
6	1.5	1.0	0.2	0.15	0.4	残	"
7	1.1	0.1	0.6	0.15	0.4	残	"
8	1.1	0.3	0.2	0.01	0.4	残	"
9	1.1	0.3	0.2	0.30	0.4	残	"

【0034】

\* \* 【表2】

表 2

製造 条件 No	製 造 条 件								備 考
	加熱温度 (℃)	熱間圧延 開始温度 (℃)	熱間圧延 終了温度 (℃)	熱間圧延 上がり板 厚 (mm)	中間焼鈍板厚 (mm)	中間焼鈍ま での冷間圧 延率 (%)	中間焼鈍 温度 (℃)	冷間圧延 圧下率 (%)	
A	530	530	290	2.5	0.100	96	200	30	本発明プロセス
B	480	480	270	2.5	0.100	96	290	30	"
C	480	450	250	2.5	0.128	95	260	45	"
D	450	420	230	2.5	0.100	96	200	30	"
E	420	420	230	2.0	0.100	95	150	30	"
F	480	480	250	2.0	0.088	96	120	20	"
G	480	480	230	2.0	0.078	96	120	10	"
H	480	460	230	2.0	0.100	95	150	30	"
I	560	530	290	2.5	0.100	96	200	30	比較プロセス
J	400	380	230	2.5	0.100	96	250	30	"
K	500	560	300	2.5	0.100	96	260	30	"
L	500	500	350	2.0	0.100	95	200	30	"
M	500	480	260	2.5	1.400	44	280	95	"
N	480	450	250	2.0	0.100	95	350	30	"
O	480	450	250	2.0	0.071	96	280	2	"
P	500	500	260	2.0	0.175	91	260	60	"
Q	480	480	270	2.5	0.100	96	80	30	"

【0035】

【表3】



表 3

サンプル No	合金 No	製造 条件 No	引張強さ		サ グ 量 (mm)	孔食電位 (mV) (VS SCE)	フィン のろう 付け状 況	最大腐食 ビット深 さ (mm)	備 考
			元 板 N/mm <sup>2</sup>	ろう付 け後 N/mm <sup>2</sup>					
1A	1	A	245	103	15	-697	良 好	0.11	本発明例
1E	1	E	255	104	13	-700	"	0.12	"
1G	1	G	265	102	12	-705	"	0.10	"
2B	2	B	220	115	10	-710	"	0.13	"
2D	2	D	248	120	14	-705	"	0.09	"
2H	2	H	240	123	14	-702	"	0.10	"
3C	3	C	226	128	10	-710	"	0.12	"
3F	3	F	248	130	14	-705	"	0.11	"
4G	4	G	215	90	25	-698	"	0.12	比較例
5D	5	D	鋸造割れのため製造中止						"
6E	6	E	250	125	15	-712	エロ ジョン 大	0.15	"
7F	7	F	220	100	40	-703	良 好	0.11	"
7P	7	P	180	90	35	-700	"	0.12	"
8B	8	B	186	80	17	-780	"	0.10	"
9B	9	B	234	96	18	-660	"	0.35	"
2I	2	I	242	104	25	-708	"	0.10	"
3J	3	J	熱延時耳割れがひどく熱間圧延中止						"
2K	2	K	228	105	26	-710	良 好	0.10	"
2L	2	L	235	120	27	-705	"	0.12	"
2M	2	M	240	123	32	-700	"	0.10	"
2N	2	N	155	96	16	-702	"	0.12	"
1O	1	O	170	100	16	-700	"	0.08	"
2P	2	P	200	103	30	-703	"	0.09	"
2Q	2	Q	235	105	33	-703	"	0.11	"

【0036】表3から、この発明で規定する成分組成条件、製造プロセス条件を満たして得られたフィン材（本発明例）では、元板の強度が200N/mm<sup>2</sup>を大幅に越えるとともにろう付け後の強度も確実に100N/mm<sup>2</sup>を越え、しかもサグ量も15mm以下で耐高温座屈性が優れ、さらに自然電位が-690mVよりも確実に卑であって犠牲陽極効果を十分に有しているとともに、CASS試験による接合面の腐食深さも小さく、熱交換器としての耐食性にも優れており、さらにろう付け時のろう材のエロージョンもほとんどないことが判明した。これに対し成分組成条件、製造プロセス条件のいずれかがこの発明で規定する範囲を外れた比較例は、上記のいずれかの性能が劣っていた。

#### 【0037】

【発明の効果】前述の各実施例から明らかなように、この発明の方法により得られた熱交換器用フィン材は、ろう付け前の強度（元板強度）が高く、板厚が0.1mm以下と薄肉であっても、熱交換器組立時において変形、座屈するおそれが極めて少なく、しかも耐高温座屈性も

30 優れていて、ろう付け時の高温によって座屈するおそれも少ない。そのほか、この発明の方法により得られたフィン材は、ろう付け後の強度も高く、また熱交換器としてコアプレートやチューブとろう付けした後におけるこれらのチューブやコアプレートに対する犠牲陽極効果も充分に発揮することができるとともにろう材によるエロージョンも極めて少ない。さらにこの発明による熱交換器用フィン材は、SnやIn等のアルミニウム合金添加元素として特殊な元素を添加しておらず、そのため材料コストが特に高くなることがないとともに、返り材の管理・処理が容易であり、しかもZnを多量に含有しないため、真空ろう付け炉の汚染も少ないから、炉の清掃に要するコストの上昇を招くこともない。したがってこの発明の方法によって得られたフィン材を熱交換器に用いれば、フィン材や熱交換器自体に要求される諸性能を損なったりあるいは高コスト化を招いたりすることなく、実際に0.1mm以下にフィン材を薄肉化して、熱交換器の軽量化、低コスト化を図ることができる。

